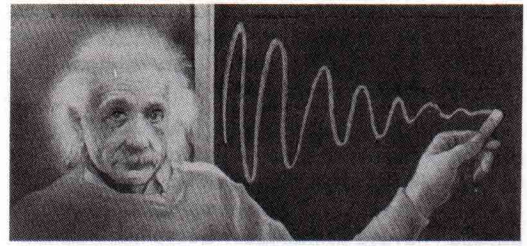


FİZİKTE POPÜLER KONULAR

Prof.Dr. Erol AYGÜN



gidiyor hissetmesini ifade eder. Görüldüğü gibi dört farklı cevap vardır ve hepsi doğrudur denebilir.

Einstein'ın Rölativite Teorisi

20. Yüzyılın bir dehası olduğu tartışmasız kabul edilen Einstein'ın **Rölativite Teorisi** popüler şekilde nasıl açıklanabilir? Bu sorunun cevabı kolay olmasa gerek. Ancak, Einstein'ın Rölativite Teorisi'ni fizik ve matematiğin dışındaki insanlara da kısaca tanımlamak mümkündür: Bilimde her türlü hesaplama ve ölçme, bir referans **koordinat sistemi** (gözlem çerçevesi) içinde yapılır. İnsanların günlük yaşantısındaki her ölçme, örneğin hareketli bir arabanın hızının ölçülmesi, bakkalın şeker tartması, metre ile kumaş ölçülmesi hep bir koordinat sistemi içinde yapılmaktadır. Ölçmeyi yapan kişi, o koordinat sisteminin farkında değildir; düşünmez bile. Bu, bir laboratuvarın bir köşesine yerleştirilmiş, birbirine dik üç eksenle temsil edilir. Adını da bu tanımdan alır ve laboratuvar koordinat sistemi denir. Bir şey ölçerken ya da hareketli bir arabanın, uçan bir kuşun hızından bahsederken, farkında olmadan bu laboratuvar koordinat sistemini kullanırız. Yani bir hareketlinin hızını, duran bir binaya veya sabit bir ağaca göre ifade ederiz. Burada bina ya da ağaç laboratuvarı temsil eder. O halde her türlü ölçme ve hesaplamada bir görecelik (rölativite) vardır. Einstein'ın rölativite teorisinin çıkış noktası işte budur.

Şimdi şu soruyu soralım: Bir tren yolu, kara yola paralel olsun. Yol kenarında bir ağaç bulunsun. Trenin hızını, trende oturan bir yolcuya, ağacın altında duran bir çobana ve kara yolunda trenle aynı ve zıt yönde giden iki arabanın sürücülerine soralım. Bu cevaplardan hangisi doğrudur? İşte rölativite teorisi bu sorunun cevabında gizlenmiştir. Cevapların hepsi doğrudur. Zira her gözlemci kendi gözlem çerçevesi içinde ölçümünü yapmıştır ve cevabını vermiştir. Cevapların neler olabileceğini açıklayalım: Trende oturan yolcu trenin hızını "sıfır" olarak ölçer; zira tren kendisine göre hareket etmemektedir. Çoban ise trenin hızını kendi laboratuvar koordinat sistemi içinde ölçer; farzedelim 70 km/saat ölçsün. Trenle zıt yönde 80 km/saatle giden otomobil sürücüsü, kendi hızı ile trenin hızının toplamı olan 150 km/saat ölçer. Trenle aynı yönde 80 km/saat ile giden arabanın sürücüsü ise, kendi hızı ile trenin hızının farkını ölçer, yani -10 km/saat bulur. Burada (-) işaretinin anlamı treni, kendisine göre zıt yönde

Einstein'ın rölativite teorisini yukarıda anlatıldığı kadar basite indirgemek istemezsek, o zaman olayı biraz daha açabiliriz: Fizikte koordinat eksenleri, **ivmesiz (eylemsiz)** ve **ivmeli (eylemli)** olmak üzere iki türdür. Duran (LAB) veya sabit hızla giden koordinat sistemleri ivmesizdir, yani eylemsizdir. Değişen hızla giden koordinat sistemleri de ivmeli veya eylemli olarak adlandırılır. Eylemsiz koordinat sistemleri içinde yapılan rölativite teorisi **özel rölativite** olarak bilinir ve bu teori Einstein tarafından 1905 yılında yapılmıştır. Eylemli koordinat sistemleri içinde yapılan rölativite hesapları ise **genel rölativite** teorisi olarak bilinir ve Einstein tarafından 1915 yılında yapılmıştır.

Konuya giriş kısmında verilen tren hızı hesap ve ölçmelerinin hepsinde, hız sabit veya sıfır olduğu için özel rölativite söz konusudur. O problemde gözlemcilerden herhangi biri hızlanarak veya yavaşlayarak gidiyor olsa idi, o gözlemcinin hesapları genel rölativite teorisine girerdi.

Rölativite teorisi bilime ne gibi sonuçlar getirmiştir? Bu teori, gerçeğin açıklanmasında bilime çok büyük katkıda bulunmuştur. Bu katkılar kısaca şöyle sıralanabilir:

a) Klasik mekanikteki kinetik enerjiyi veren

$$E = \frac{1}{2} mv^2$$

formülünün ancak ışık hızından çok küçük hızlar için doğru olduğu, yani yaklaşık bir formül olduğunu ortaya koymuştur. Tam doğru formülün,

$$E = mc^2 - m_0c^2$$

olması gerektiğini göstermiştir.

b) Hızlanan cisimlerin kütlelerinin hızla bağlı olarak

$$m = m_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

(Duran gözlemciye göre)

formülüne göre değiştiğini göstermiştir. Bu formüle göre bir cismin hızı, ışık hızına eriştiğinde kütlesi sonsuz büyük bir değere ermektedir.

c) Bir (x', y', z') koordinat sistemi (x, y, z)'ye gö-

T Ü B İ T A K

HÜSAMETTİN TUĞAÇ VAKFI

ARAŞTIRMA ÖDÜLÜ

Ülkemizde teknolojik yenilik getirme özelliği taşıyan, önemli araştırmalar yapan bilim adamı ve araştırmacılara her yıl "TÜBİTAK-HÜSAMETTİN TUĞAÇ ÖDÜLÜ" verilmektedir. Bu yıl verilecek ödül miktarı, ödüle layık görülecek her araştırma için 1.500.000.- (Birmilyonbeşyüzbin)TL. dir. Adaylık için en son başvurma tarihi 31 Ocak 1989 dur.

GENİŞ BİLGİ VE MÜRACAAT İÇİN ADRES:

TÜBİTAK HÜSAMETTİN TUĞAÇ VAKFI YÖNETİM KURULU BAŞKANLIĞI
Emek İşhanı, Kat 16 Kızılay/ANKARA- Tel: 125 66 45/225

re, v hızı ile x-yönünde gidiyor iken gidilen yöndeki boyutta

$$L' = L \sqrt{1 - v^2 / c^2}$$

(Duran gözlemciye göre)

formülüne göre değişme olmaktadır. Yani, duran bir gözlemci giden cismin boyunun kısalacağını görmektedir.

d) Hareketli ve duran gözlem çerçevelerindeki gözlemcilerin ölçtükları zaman aralıkları da

$$T' = T \sqrt{1 - v^2 / c^2}$$

(Hareketli gözlemciye göre)

formülüne göre değişmektedir. Bu da hareketli sistemde **zamanın daha yavaş akması** demektir. Yani duran gözlemciye kıyasla giden gözlemci genç kalmaktadır. O halde insanlar rokete koyup, çok büyük hızlarla (ışık hızı $c = 3 \times 10^8$ m/saniye'ye yakın hızlarla) uzayın derinliklerine gönderip getirebilirsek, onların bizlerden daha yavaş yaşlanacakları gibi bir sonuç çıkmaktadır. Ancak burada hızın çok büyük olması gerekmektedir. Ay'a gidip gelen insanlı uçuşlarda bu hesap yapılmış ve astronotların ancak saniye mertebesinde genç kaldıkları görülmüştür. Bu da insanlı ay uçuşlarındaki roket hızlarının dahi ışık hızından çok küçük olduğunu göstermektedir.

Genç kalma olayı **ikizler paradoksu** diye bilinen bir açıklama ile daha çarpıcı bir hal alır : Asu ile Didem ikiz kızkardeşlerdir. Doğal olarak doğum günlerini dünya üzerinde birlikte kutlamaktadırlar. 20. yaş günlerini de aynı şekilde kutlamışlardır. Bu kutlama sonunda Asu bir uzay aracına bindirilip, 4 ışık yılı uzaklıktaki Hayâl Gezegeni'ne $v = 0.99c$ hızı ile götürülüp, orada beklemeksizin geri getirilmiş olsun. Dünya üzerindeki bir gözlemcinin (Didem'in) saatine göre bu gezi yaklaşık olarak 8 yıl sürer. İkizler tekrar buluştuklarında Asu'nun da Didem gibi 28 yaşında olması beklenir. Fakat Asu, zaman yavaşlamasından yararlanacağından, kendi saatinde o kadar zaman geçmemiştir. Bu gezi süresince Asu,

$$T' = 8 \times \sqrt{1 - (0,99)^2} = 0,14 \times 8 = 1,1 \text{ yıl}$$

yaşlanmış olur. Bu durumda iki kardeş tekrar buluştuklarında Asu'nun biyolojik yaşı 21,1 yıldır. Didem ise 28 yaşında olduğundan artık hem yaş günlerini beraber kutlayamayacaklar hem de yaşları

$$28 - 21,1 = 6,9 \text{ yıl}$$

farklılıkla seyredecektir. İkizlerin bu çelişkili durumunu düzeltmenin tek çıkar yolu, bir de sadece Didem'i aynı seyahate çıkarmaktır.

Einstein'in rölativite teorisinin bu ilginç sonuçları ve teorinin derinlemesine içeriği, daha çok fizik disiplini içinde olanları ilgilendirmektedir. Bu sebeple konuyu bu kadarı ile bırakmak yerinde olacaktır.